

*Ю. Н. Логинов, И. В. Логинова*  
УрФУ им. первого Президента России Б.Н.Ельцина,  
г. Екатеринбург  
*Loginova\_Irina@mail.ru*

## **ВАРИАНТЫ ПЕРЕРАБОТКИ КРАСНЫХ ШЛАМОВ МЕТОДАМИ ПИРОМЕТАЛЛУРГИИ**

Приведен перечень работ, выполненных в Уральском федеральном университете по проблеме создания дополнительных источников железосодержащего сырья, в основном из красных шламов глиноземного производства.

*Ключевые слова:* глинозем, красный шлам, сталь, железо, чугун, пирометаллургия, гидрометаллургия, редкоземельные металлы.

A list of works carried out in the Ural Federal University on the problem of creating additional sources of iron-containing raw materials, mainly from red mud in alumina production.

*Keywords:* alumina, red mud, steel, iron, cast iron, pyrometallurgy, hydrometallurgy, rare earth metals.

В течение последних двадцати лет производство стали в России во многом было ориентировано на применение в качестве сырья металлических ломов, накопленных в стране в предшествующий период. Прогнозы специалистов на долгосрочное применение ломов как сырья для производства стали не оправдались из-за крайне неудовлетворительной работы машиностроительной отрасли, являвшейся поставщиком отходов для переплава. Запасы металлолома в местах расположения сталеплавильных предприятий заканчивались, а подвоз его из далеких мест расположения, например труднодоступных регионов Крайнего Севера, обходился слишком дорого. В связи с этим уже в начале XXI в. в стране были начаты разработки по созданию малогабаритных перерабатывающих комплексов, выезжающих в места расположения лома, утилизирующих его и переезжающих на новое место работы [1].

Дополнительной сырьевой базой для черной металлургии являются железосодержащие отходы цветной металлургии. В том числе речь идет об отходах, возникающих при переработке бокситов на глинозем в виде красных шламов. К ним можно условно отнести также бедные по алюминию, но богатые по железу запасы забалансовых бокситов. По заданию Правительства Свердловской области кафедрой обработки металлов давлением УГТУ-УПИ (ныне УрФУ) были начаты работы по созданию основ технологий, позволяющих утилизировать имеющиеся запасы техногенных отхо-

дов и забалансового сырья. Основная ставка была сделана на сочетание пирометаллургических и гидрометаллургических методов обработки.

Еще в 1997 г. в совместной работе УрФУ (тогда УГТУ-УПИ) и АОЗТ «Белый собо́ль» был разработан метод пирометаллургической переработки красных шламов с получением железа и цемента, контролирующей соотношение оксидов в получаемом шлаке [2]. Подобный же подход был применен в работе, проводимой по заданию Правительства Свердловской области, в отношении переработки монацитовых концентратов [3].

При проведении опытных работ по переплаву красных шламов с добавками необходимых компонентов было выявлено, что тонкодисперсные составляющие шихты легко выносятся из печного пространства конвекцией и потоками уходящих газов. Поэтому впоследствии большое внимание было уделено процессам окускования шихты методом брикетирования рудного и нерудного сырья [4–10].

Несмотря на огромные запасы красных шламов и большое содержание в них железа, промышленное освоение этих рукотворных месторождений затрудняется большим содержанием в них остаточной щелочи, относительной дороговизной подготовки сырья к переплаву. Последнее приводит к решению вопроса экономической целесообразности такого вида переработки. Вместе с тем решение задачи заключается в применении комплексности переработки с получением дополнительных продуктов, имеющих собственную ценность. К таким продуктам относится шлак, если довести его до состояния саморассыпающегося, пригодного для использования в цементной промышленности, а также концентраты редкоземельных элементов: церия, лантана, самария и др. Первый подход описан в статье [11] и основан на проведении соответствующих опытов при переплаве с подбором исходного состава шихты. В результате удалось получить чугу́н, а с последующей его продувкой воздухом и сталь, пригодную для прокатки. С целью доведения химического состава шлака до пригодного для дальнейшего использования в качестве клинкерного материала использовали колошниковую пыль. При этом ставка была сделана на получение более дорогого и качественного вида цемента – глиноземистого.

В последующей работе было уделено внимание переходам при плавке редкоземельных металлов либо в чугу́н, либо в шлак. Было выявлено, что в результате переплава происходит примерно двух-, трехкратное обогащение шлака по редкоземельным металлам. Так, содержание церия возрастает от 370 г/т до 740 г/т. При дополнительной гидрометаллургической обработке содержание всего комплекса редкоземельных металлов удается повысить до 7 кг/т [12].

Пирометаллургическая переработка шламов глиноземного производства сопровождается опасностью разрушения футеровки плавильных агрегатов воздействием остаточной щелочи. Для нейтрализации такого

эффекта разрабатывались методы изоляции футеровок гарнисажем и применением приема вращения расплавов [13, 14].

Дополнительную эффективность переработке красных шламов может придать извлечение из них такого востребованного компонента, как титан [15]. Здесь можно использовать приемы вращения расплавов, предложенные ранее [16], в том числе для титансодержащих расплавов [17].

После разделения ценных компонентов и получения стали необходимого состава дальнейшая переработка может осуществляться с применением плавления-деформационных комплексов [18, 19].

Следует отметить, что параллельно разработке пирометаллургических методов обработки красных шламов постоянно ведутся исследования в области гидрометаллургических методов, позволяющих снизить выход красного шлама [20, 21]. Скорее всего, наибольший эффект будет получен при совместном использовании методов, а также вовлечении в процесс переработки других вторичных отходов [22].

#### Список литературы

1. Буркин С. П., Логинов Ю. Н., Миронов Г. В., Коршунов Е. А. Патент РФ на ПМ №17148. Мини-завод для получения металлопродукции. МПК В22D11/14, С21С5/56. Оpubл. 20.03.2001.
2. Буркин С. П., Логинов Ю. Н., Коршунов Е. А., Жуков С. С., Щипанов А. А., Налесник В. М. Способ переработки железоглиноземистого сырья. Патент RU2086659. МПК С21В11/00, С22В7/00. Оpubл. 10.08.1997.
3. Щипанов А. А., Логинов Ю. Н., Налесник В. М., Жуков С. С., Буркин С. П., Коршунов Е. А. Способ переработки монацитового концентрата. Патент RU2074568. МПК С22В60/02, С22В59/00. Оpubл. 27.02.1997.
4. Логинов Ю. Н. Влияние газовой фазы на процессы брикетирования / Ю. Н. Логинов // Сталь. 2000. № 8. С. 80–82.
5. Логинов Ю. Н. Влияние формы инструмента на граничные условия и уплотнение при валковом брикетировании / Ю. Н. Логинов, С. П. Буркин, Н. А. Бабайлов // Сталь. 2000. № 9. С. 87–91.
6. Логинов Ю. Н. Объемные деформации при валковом брикетировании отходов металлургического производства / Ю. Н. Логинов, Н. А. Бабайлов, С. П. Буркин // Металлы. 2000. № 1. С. 48–52.
7. Loginov Y. N. Cinematics and volume deformations during roll-press briquetting / Y. N. Loginov, S. P. Bourkine, N. A. Babailov // J. of Materials Processing Technology. 2001. Т. 118, № 1–3. С. 151–157.
8. Буркин С. П., Логинов Ю. Н., Полянский Л. И., Бабайлов Н. А., Исхаков Р. Ф. Валковый пресс для брикетирования сыпучих материалов. Патент RU2306226. Оpubл. 13.04.2006.
9. Логинов Ю. Н. Напряженное состояние брикета металлургического назначения при воздействии сосредоточенной нагрузки / Ю. Н. Логинов, Н. А. Бабайлов, Д. Н. Первухина // Науч.-тех. вестн. Поволжья. 2014. № 3. С. 143–146.

10. *Логинов Ю. Н.* Механика валкового брикетирования сыпучих материалов / Ю. Н. Логинов, С. П. Буркин, Н. А. Бабайлов, Л. И. Полянский. Екатеринбург: АМБ, 2011. 304 с.
11. *Буркин С. П.* Переработка железоглиноземистых техногенных отходов / С. П. Буркин, Ю. Н. Логинов, А. А. Щипанов, С. С. Жуков, И. В. Логинова // *Сталь*. 1996. № 6. С. 77–80.
12. *Логинов Ю. Н.* Восстановительная плавка красных шламов глиноземного производства / Ю. Н. Логинов, С. П. Буркин, И. В. Логинова, А. А. Щипанов // *Сталь*. 1998. № 8. С. 74–77.
13. *Коршунов Е. А., Лисиенко В. Г., Саранулов Ф. Н., Буркин С. П., Кащеев И. Д., Арагиян О. А., Логинов Ю. Н.* Агрегат для внепечной обработки металлического и шлакового расплавов. Патент RU2172456. МПК: 7F27D 11/06 А, F27B 14/06 В, C21C 7/00 В. Оpubл. 23.12.1999.
14. *Коршунов Е. А.* Усовершенствование плавки оксидосодержащих материалов в условиях жидкофазного восстановления / Е. А. Коршунов, С. П. Буркин, Ю. Н. Логинов // *Сталь*. 2000. № 9. С. 77.
15. *Коршунов Е. А., Буркин С. П., Логинов Ю. Н., Логинова И. В., Андрюкова Е. А., Третьяков В. С.* Способ переработки красного шлама глиноземного производства. Патент RU2245371. МПК C 21B 3/04 А, C21B 13/00 В, C22B 34/12 В, C22B 59/00 В. Оpubл. 27.01.2005.
16. *Коршунов Е. А., Смирнов Л. А., Буркин С. П., Тарасов А. Г., Логинов Ю. Н., Саранулов Ф. Н.* Способ производства чугуна и шлака. Патент RU2165461. МПК C21B11/00. Оpubл. 20.04.2001.
17. *Коршунов Е. А., Смирнов Л. А., Буркин С. П., Дерябин Ю. А., Логинов Ю. Н., Миронов Г. В.* Способ переработки титаномагнетитовой ванадийсодержащей руды на титанистый чугун, ванадиевый шлак и титано-содержащий сплав. Патент RU2206630. МПК C22C33/00 А, C 2C 37/00 В. Оpubл. 20.06.2003.
18. *Буркин С. П.* Актуальная концепция мини-завода / С. П. Буркин, Е. А. Коршунов, Ю. Н. Логинов, Е. А. Андрюкова, Н. А. Бабайлов // *Рынок вторичных металлов*. 2007. № 1.
19. *Буркин С. П., Миронов Г. В., Коршунов Е. А., Логинов Ю. Н.* Комплекс для получения металлопродукции. Патент RU2106930. МПК B22D11/14 А, B21B1/46 В. Оpubл. 20.03.1998.
20. *Логинова И. В., Логинов Ю. Н., Ордон С. Ф., Лебедев В. А.* Способ переработки бокситов на глинозем. Патент RU2232716. МПК C01F7/38. Оpubл. 20.07.2004.
21. *Логинова И. В., Логинов Ю. Н., Кырчиков А. В.* Способ переработки бокситов на глинозем. Патент RU2494965. МПК 01F7/06, C01F7/14. Оpubл. 10.10.2013.
22. *Логинов Ю. Н.* Колошниковые и красные шламы – металлургии / Ю. Н. Логинов, С. П. Буркин, И. В. Логинова // *Рынок вторич. металлов*. 2004. № 4.